近十年我国可穿戴设备在健康管理领域的研究现状及发展趋势

杨鑫鑫，郭清，王晓迪，等. 近十年我国可穿戴设备在健康管理领域的研究现状及发展趋势［J］. 中国全科医学，2022. ［Epub ahead of print］. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0814

杨鑫鑫[1]，郭清[2*]，王晓迪[3]，司建平[1,4]，项锲[1]，龙鑫[1]

基金项目：国家自然科学基金面上项目“5G+‘三早’健康管理系统构建与模式研究”（项目编号：72174183）。
1.311121 浙江省杭州市，杭州师范大学公共卫生学院
2.310053 浙江省杭州市，浙江中医药大学健康管理研究所
3.311121 浙江省杭州市，杭州师范大学学术期刊社
4.450046 河南省郑州市，河南中医药大学管理学院
*通信作者：郭清，教授，博士生导师；E-mail：louisguoqing@126.com

【摘要】 **背景** 随着可穿戴技术的日益成熟，可穿戴设备在健康监测、健康评估和健康干预中的应用价值逐步体现，将助力健康管理创新发展。**目的** 了解近 10 年我国可穿戴设备在健康管理领域的研究热点、前沿和趋势。**方法** 检索并分析“中国知网”数据库中 2011—2021 年主题为“可穿戴”的期刊文献，采用 Excel 表格分析文献时序和空间分布，CiteSpace 软件对文献关键词进行可视化分析。**结果** 2011-2021 年，我国可穿戴设备在健康管理领域的发文量总体呈上升趋势，发文量以 2021 年最高（85 篇）。相关研究涉及生物医学、信息科学、计算机硬件和软件技术等多门学科，覆盖医学信息学杂志、中国数字医学、智慧健康等多种期刊。主要的研究学者包括解放军总医院的张政波和徐浩然、上海中医药大学的罗晓兰、中国医学科学院医学信息研究所的何晓琳等，发文量前 3 的科研机构分别是华中科技大学（14 篇），上海交通大学（10 篇）和东南大学（10 篇）。反映研究热点的关键词包括“移动医疗”、“健康管理”和“智慧医疗”等，反映研究前沿的关键词是“老年人”、“糖尿病”和“心率失常”，反映研究趋势的关键词包括“5G”、“监测系统”和“慢性病”等。**结论** 研究热点表现在针对老年人的健康监测和糖尿病等慢性疾病的管理。研究前沿是对心率、血压和血糖等指标异常状态的预警预测。参与构建健康监测、健康风险评估、健康干预和促进的完整健康管理系统是研究趋势。
【关键词】 可穿戴设备；健康管理；研究现状；发展趋势；可视化分析

Recent 10-year Research Status and Development Trend of Wearable Devices in Health Management Field in China

YANG Xinxin[1], GUO Qing[2*], WANG Xiaodi[3], SI Jianping[1,4], XIANG Qie[1], LONG Xin[1]
1.School of Public Health, Hangzhou Normal University,Hangzhou 311121, China
2.Institute of Health Management, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, China
3.Academic Journal Society,Hangzhou Normal University,Hangzhou 311121, China
4.School of Management, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China
*Corresponding author: GUO Qing, Professor, Doctoral supervisor; E-mail: louisguoqing@126.com

【Abstract】 **Background** With the increasing maturity of wearable technology, the value of wearable devices in health monitoring, health assessment and health intervention gradually are revealed, and they will help promote the innovation and development of health management. **Objective** To overview the research hotspots, frontiers, and trends of wearable devices in the field of health management in China in recent 10 years. **Methods** The periodical literature with the theme of "wearable" from 2011 to 2021 in the CNKI database was searched and analyzed. Excel was utilized to analyze the literature sequence and spatial distribution, and the keywords were visually analyzed by CiteSpace. **Results** The number of papers published on wearable devices in the field of health management in China showed an overall upward trend from 2011 to 2021, with the maximum quantity in 2021 (85 articles). Related research involved multiple disciplines including biomedicine, information science, computer hardware and software technology, etc. and covered various journals such as the

Journal of Medical Informatics, China Digital Medicine, and Smart Health. The main research scholars include Zhang Zhengbo and Xu Haoran from the Chinese PLA General Hospital, Luo Xiaolan from the Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, and He Xiaolin from the Institute of Medical Information, Chinese Academy of Medical Sciences. The top three research institutions are Huazhong University of Science and Technology (14 papers), Shanghai Jiaotong University (10 papers) and Southeast University (10 papers). The keywords reflecting research hotspots include "mobile medicine", "health management" and "smart medicine", and those reflecting research frontiers are "elderly people", "diabetes" and "arrhythmia". The keywords that relate to research trends include "5G", "monitoring system" and "chronic disease". **Conclusion** The research focused on the health monitoring of the elderly and the management of chronic diseases such as diabetes. The frontiers of the research were the early warning and prediction of abnormal indexes including heart rate, blood pressure and blood sugar, etc. It is a research trend to construct a complete health management system that is involved in health monitoring, health risk assessment, health intervention and promotion.

【Key words】 Wearable devices; Health management; Research status; Development trend; Visual analysis

前言

随着“健康中国”战略的深入推进，我国的医疗卫生服务正在从原来的“以疾病为中心”转向“以人民健康为中心”，贯彻落实“预防为主”的思想方针，为应对人口老龄化做出了积极的准备。伴随人口老龄化而来最迫切的问题是心脑血管疾病、癌症、慢性呼吸系统疾病和糖尿病等慢性疾病的威胁[1]。据《中国居民营养与慢性病状况报告（2020 年）》，2019 年我国居民因慢性病导致的死亡占总死亡 88.5%，因慢性病导致的过早死亡率为 16.5%，虽然与 2015 年的 18.5%相比下降了 2 个百分点[2]，但是随着慢性病患病人数不断增加、患者生存期不断延长，国家需供给慢性病患者的医疗资源、社会个人需要负担的医疗费用也持续增加。2018 年国务院办公厅发布的《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》，提出要创新“互联网+”公共卫生服务，以高血压、糖尿病等慢性疾病为重点，鼓励利用可穿戴设备获取生命体征数据，为老年人、孕产妇等特殊人群提供健康管理服务。近年来，可穿戴设备作为健康信息采集的重要端口，在医疗健康领域的应用价值逐步体现[3]，受到广大学者的关注并涌现出大量的学术成果。魏奕星等[4]通过综述可穿戴设备在健康监测、疾病管理、康复和中医药四个医疗健康领域的应用研究，认为未来可穿戴设备将通过云端医疗健康大数据的深度分析发挥其应用潜能。许潇莹等[5]介绍了可穿戴设备在神经系统康复、骨科康复和慢性老年退行性疾病康复等医疗康复领域的应用，利用可穿戴设备可实现远程康复，家庭康复和社区康复的医疗康复模式将安全可行。LIANG 等[6]针对心血管疾病会增加 COVID-19 患者死亡率的问题，提出基于可穿戴设备的 COVID-19 患者的实时心血管监测系统，该系统可以自动预测 COVID-19 患者的心血管健康，理论分析和实验结果表明，心血管疾病的预测准确率高达 99.29%。可穿戴设备在慢性病的预防、预测和干预等健康管理领域已显示出较强的应用潜力，而聚焦于健康管理领域系统的综述性研究较少。鉴于此，本文通过 Citespace 工具，全面梳理和分析可穿戴设备在健康管理领域的研究热点、研究前沿和研究趋势，为今后的研究做参考。

1　资料与方法

1.1　数据来源　为探究可穿戴设备在健康管理领域的研究现状，本文选择中国知网（CNKI）期刊数据库作为数据源，以“可穿戴”作为主题关键词，时间选择 2011-2021 年，在“医药卫生科技”领域共检索到中文文献 1632 篇，人工剔除报纸等非研究型文献、与主题不相关的文献，最终确定与健康管理相关文献共计 519 篇。

1.2　研究方法　根据 CNKI 数据库中每年刊载的以“可穿戴”为主题的文章数量，采用频数统计在健康管理领域 2011—2021 年的发文趋势，并利用 CNKI 数据库自带的“计量可视化”分析工具进行统计，用 Excel 表格绘制学科分布图、期刊分布图、作者分布图和机构分布图。利用 CiteSpace 5.8.R3 软件对文献关键词进行可视化分析，通过绘制关键词共现图谱、关键词突现图谱和关键词时间线图谱，分析可穿戴设备在健康管理领域的研究热点、研究前沿和研究趋势。

2　结果

2.1　文献的时序分布　总体来看，2011-2021 年可穿戴设备在健康管理领域的研究发文量呈上升趋势（图 1），其中有 2 个关键的转折点，分别是 2013 年和 2017 年。2013 年之前几乎无相关研究，2013 年（3 篇）开始至 2015 年（62 篇）的发文量进入爆发式高速增长阶段，随后缓慢增长至 2017 年（76 篇），而在 2017 年之后出现了下降的趋势，从 2018 年（53 篇）的发文量回落之后又继续稳步增长，到 2021 年达到最高发文量 85 篇。

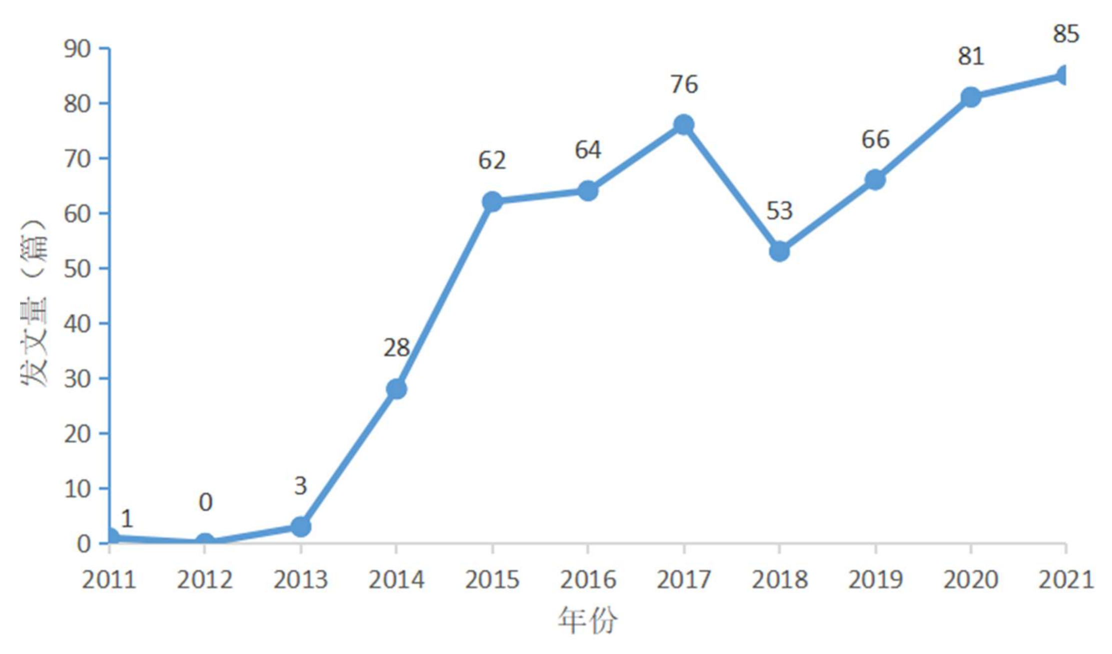


图 1　2011-2021 年可穿戴设备在健康管理领域的研究发文量趋势

Figure 1　Research volume trends of wearable devices in health management from 2011 to 2021

2.2　文献的空间分布

2.2.1　学科和期刊分布　可穿戴设备在健康管理领域的研究涉及到生物医学、信息科学、计算机硬件和软件技术等多门学科，其中主要学科分布如图 2 所示。学科发文量排名前三位的是“医学教育与医学边缘学科”（172 篇）、“医药卫生方针政策与法律法规研究”（123 篇）和“生物医学工程”（109 篇），总和约占全部学科发文量的 78%。从期刊的分布来看，各期刊的发文数量呈现阶梯式均匀分布，其主要期刊分布如图 3 所示，大致分为 4 个梯队，第一梯队：医学信息学杂志（14 篇）、中国数字医学（12 篇）；第二梯队：智慧健康（9 篇）、华中科技大学（9 篇）

等；第三梯队：上海交通大学（6 篇）、中国医院院长（6 篇）等；第四梯队：中国信息化（5 篇）、中华健康管理学杂志（5 篇）和医疗卫生装备（5 篇）等。

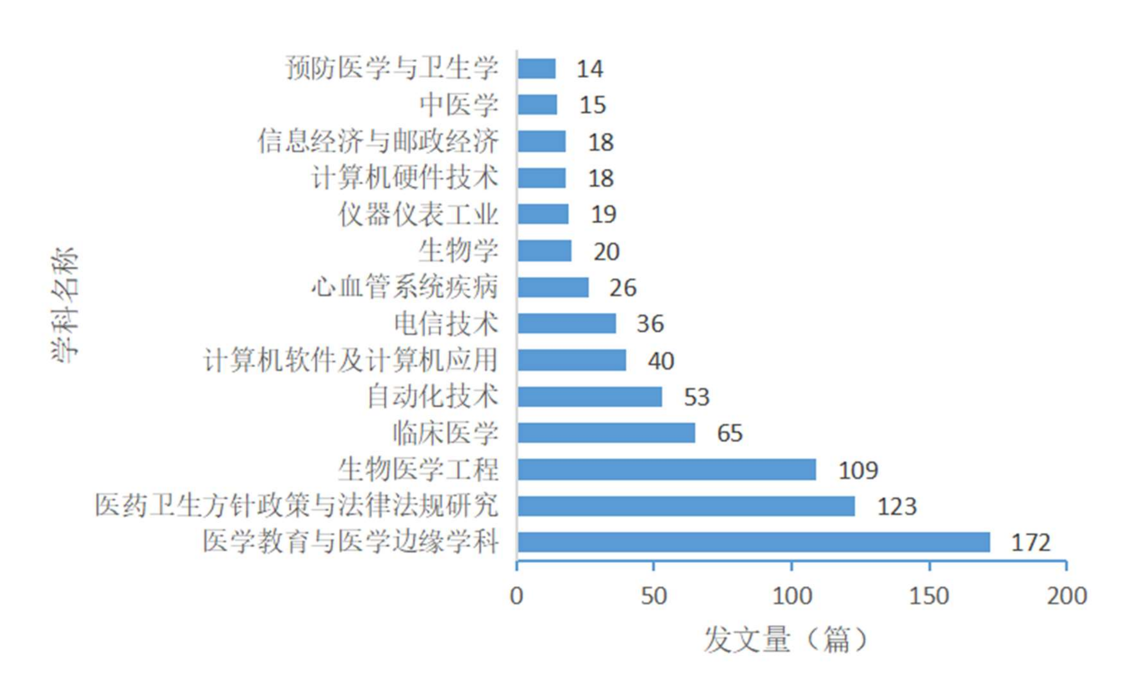


图 2　2011-2021 年可穿戴设备在健康管理领域研究文献发表数量前 14 个学科

Figure 2　Wearable devices were among the top 14 disciplines in the number of published research literatures in the field of health management from 2011 to 2021

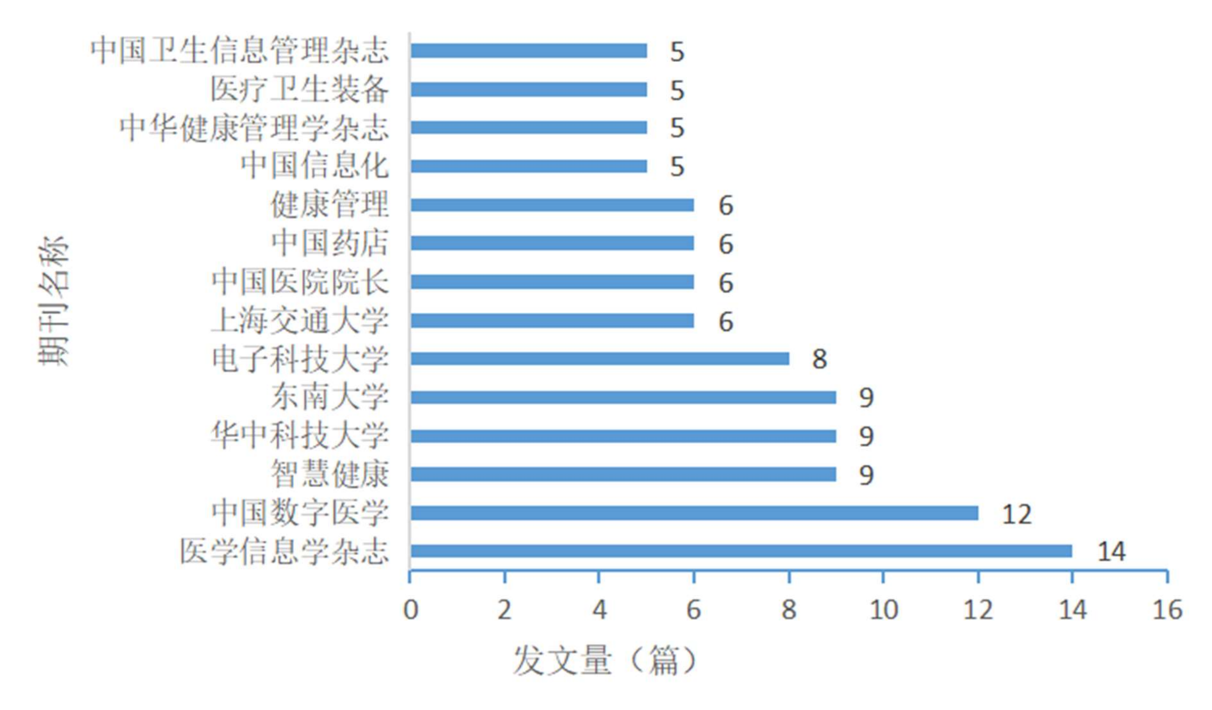


图 3 2011-2021 年可穿戴设备在健康管理领域研究文献发表数量前 14 个期刊

Figure 3 Top 14 journals in the number of research articles published on wearable devices in the field of health management from 2011 to 2021

2.2.2 作者和机构分布 可穿戴设备在健康管理领域发文量排名前 10 的作者见表 1。国内该领域的主要研究人员为解放军总医院的张政波和徐浩然、上海中医药大学的罗晓兰、中国医学科学院医学信息研究所的何晓琳以及银川市第一人民医院的余新艳等（表 1）。近 10 年国内相关领域研究发文量前 10 的科研机构所占比例如图 4 所示，其中华中科技大学领跑全国，发文总量为 14 篇，占总发文量的 18%，其次分别是上海交通大学（13%）、东南大学（13%）和重庆医科大学（10%）等。

表 1 2011-2021 年可穿戴设备在健康管理领域研究文献发表数量前 10 位的作者

Table 1 Top 10 published authors of wearable devices in health management from 2011 to 2021

作者	单位	发文量（篇）
张政波	解放军总医院	3
罗晓兰	上海中医药大学	3
何晓琳	中国医学科学院医学信息研究所	3
余新艳	银川市第一人民医院	3
徐浩然	解放军医学院	3
查青林	江西中医药大学	2
金新政	华中科技大学	2
黄国志	南方医科大学	2
张研	华中科技大学	2
张海澄	北京大学人民医院	2

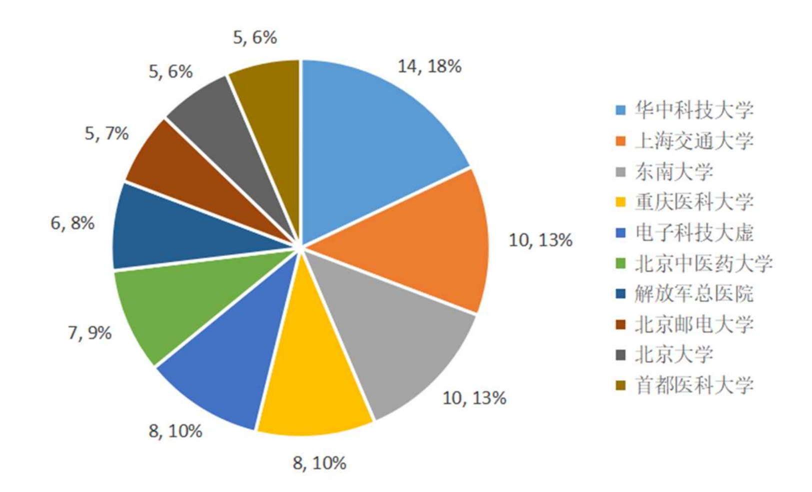


图 4　2011-2021 年可穿戴设备在健康管理领域研究文献发表数量前 14 个机构

Figure 4　Top 14 institutions in the number of research articles published on wearable devices in the field of health management from 2011 to 2021

2.3　文献的研究热点与演化趋势

2.3.1　关键词共现图谱　关键词是文章核心内容的体现，通过关键词的词频分析可以探知某一领域的研究热点。共词分析法利用文献集中词汇对或名词短语共同出现的情况，来确定该文献集所代表学科中各主题之间的关系。利用 CiteSpace 软件绘制关键词共现图谱（见图 5）。图中每一圆圈代表一个关键词，圆圈的大小代表关键词出现频次的高低，圆圈间的连线代表不同关键词的共现关系，连线的粗细表示共现强度[7]。依据图 5 及关键词词频统计分析结果，按照词频由高到低的顺序排在前 20 位的关键词是：可穿戴、移动医疗、健康管理、智慧医疗、物联网、大数据、传感器、医疗健康、人工智能、互联网、远程医疗、智能手机、移动健康、体液、互联网+、老年人、糖尿病、帕金森病、心电监测、云计算。其中中介中心性排前 5 的关键词依次是（除“可穿戴”之外）：移动医疗、健康管理、传感器、物联网和智慧医疗，即以上关键词与其他关键词的共现频次较高。

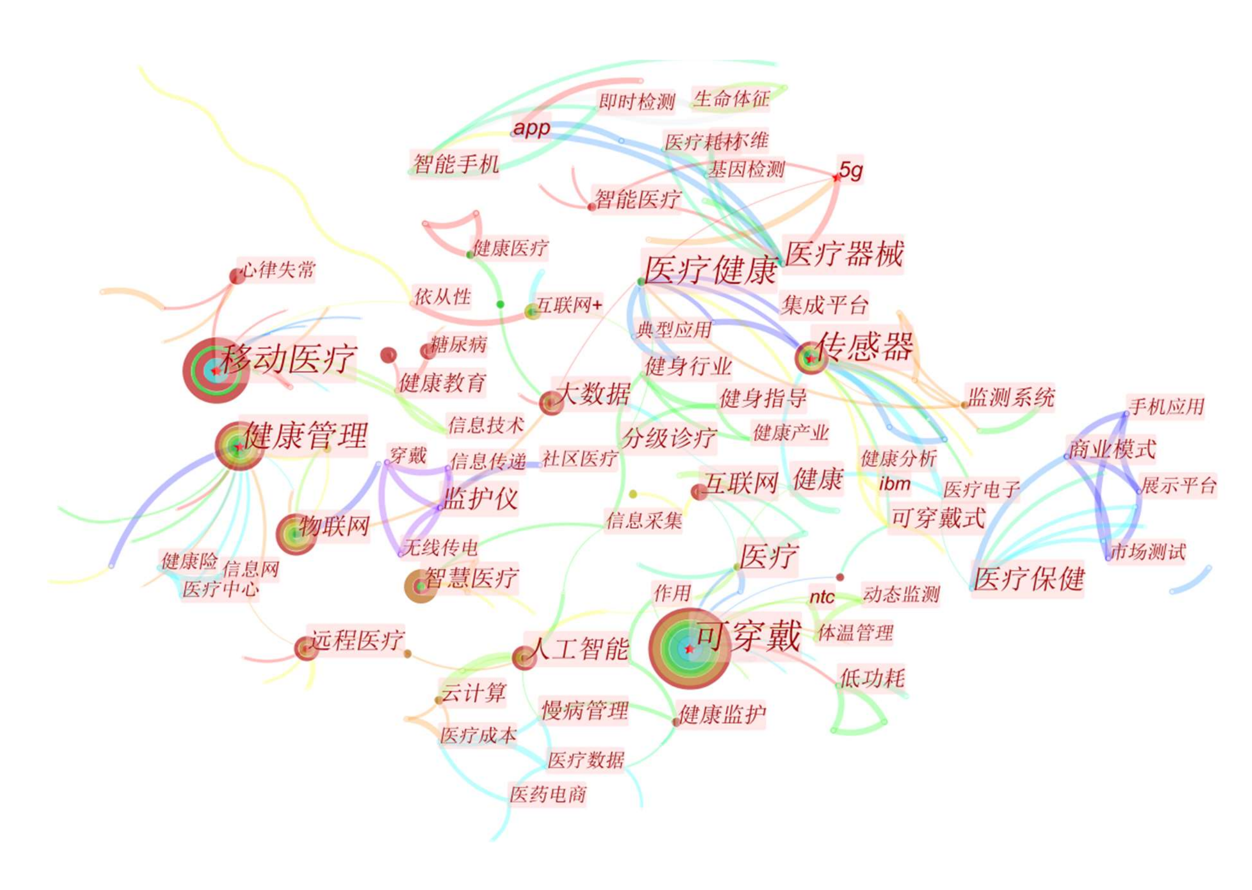
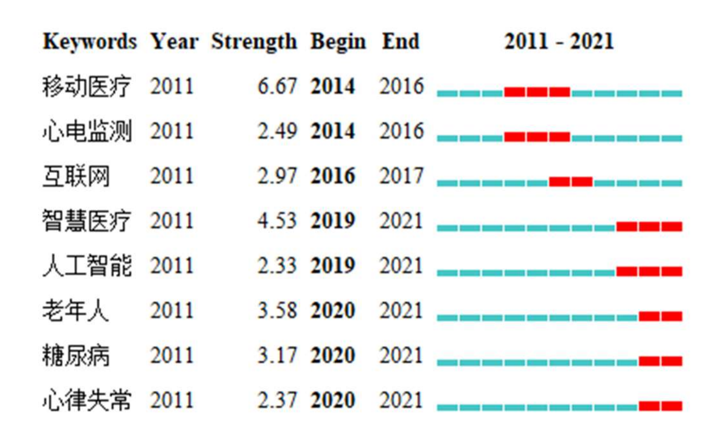


图 5　可穿戴设备在健康管理领域相关文献关键词共现图谱

Figure 5　Keywords Co-occurrence map of related literature on wearable devices in the field of health management

2.3.2　关键词突现图谱　关键词突现是指在特定时期内，某研究领域中对某一主题关注程度的突变情况，用来显示某一阶段突然出现或频率突增的关键词，可以帮助分析该研究领域的前沿问题。利用 CiteSpace 软件的关键词突现功能，得到 2011—2021 年可穿戴设备在健康管理领域研究的突现关键词以及每个突现词出现和消失的年份，总共 8 个突现关键词包括：移动医疗、心电监测、互联网、智慧医疗、人工智能、老年人、糖尿病和心率失常（见图 6）。



Keywords	Year	Strength	Begin	End	2011 - 2021
移动医疗	2011	6.67	**2014**	2016	
心电监测	2011	2.49	**2014**	2016	
互联网	2011	2.97	**2016**	2017	
智慧医疗	2011	4.53	**2019**	2021	
人工智能	2011	2.33	**2019**	2021	
老年人	2011	3.58	**2020**	2021	
糖尿病	2011	3.17	**2020**	2021	
心律失常	2011	2.37	**2020**	2021	

图 6　可穿戴设备在健康管理领域相关文献前 8 个最强突现关键词

Figure 6　Top 8 keywords with the strongest citation bursts of related literature on wearable devices in the field of health management

2.3.3　关键词时间线图谱　为进一步探究可穿戴设备在健康管理领域研究热点的变迁脉络和演进趋势，利用 CiteSpace 软件对近十年的研究热点分布作进一步的时间线图谱分析，得到网络结构和聚类的清晰度指标 Modularity Q=0.8395>0.3，Mean Silhouette S=0.9348>0.5，即图谱绘制的效果是显著的。由图 7 可知，可穿戴设备在健康管理领域的研究可以划分为四个阶段：第一阶段，萌芽期（2011-2012 年），聚类节点是“#1 可穿戴”；第二阶段，爆发期（2013-2017 年），聚类节点包括：#0 移动医疗、#2 传感器、#4 大数据、#5 健康管理等。第三阶段，冷静期（2018 年），该阶段无显著聚类节点，一般节点数量也相对较小。第四阶段，平稳期（2019-2021 年），无显著聚类节点，一般节点包括：5G、监测系统、慢性病和信息安全等。

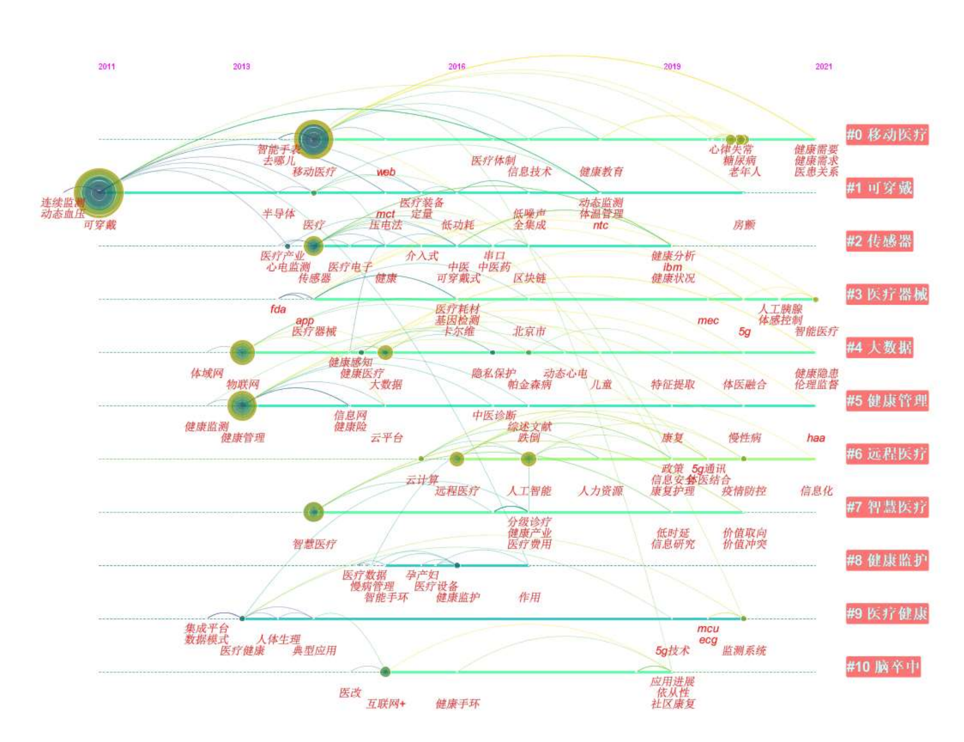


图 7　可穿戴设备在健康管理领域相关文献关键词时间线图谱

Figure 7　Timeline view of related literature on wearable devices in the field of health management

3 讨论

本文通过回顾 CNKI 数据库中近十年的可穿戴设备在健康管理领域研究的 519 篇文献，发现可穿戴设备在健康管理领域中的研究热度随时间的变化呈上升趋势。关键词共现分析结果显示，可穿戴设备相关研究共涉及 3 个热点主题：在应用领域方面，可穿戴设备主要应用于移动医疗/健康、健康管理和智慧医疗等；在相关技术方面，可穿戴设备主要依托物联网、传感器、5G、大数据、云计算和人工智能等技术；在应用场景方面，可穿戴设备主要应用于以老年人为代表人群的健康监测和糖尿病等慢性疾病的管理[8]，技术进步和健康需求是推动可穿戴设备研究的重要支撑。

关键词突现图谱显示，在不同的阶段，可穿戴设备的相关研究呈现出不同的前沿问题。在 2014—2016 年，“移动医疗”和“心电监测”出现频率突增，成为可穿戴设备在健康领域的研究热点。可穿戴设备最早主要应用于移动医疗领域，其核心功能是对心率、血压、血糖等生理信息的远程监测[9]。早在 2012 年，国家工信部发布的《物联网“十二五”规划》中， 将移动医疗列为九大重点工作之一[10]。在 2014 年，随着 4G 通信技术的成熟以及资本市场的进入，基于可穿戴设备的移动医疗步入飞速增长期[11]。在 2016—2017 年，“互联网”成为可穿戴设备在健康管理领域研究的高频关键词。此阶段进入“十三五”时期，随着《“十三五”卫生与健康规划》（国发[2016]77 号）落地，医疗健康服务模式不断创新。在健康管理领域，居民通过智能手机、平板电脑、可穿戴设备或相关应用，建立物联网数据采集平台、健康管理干预辅助平台，对健康、亚健康人群进行危险因素干预。在“互联网+”和可穿戴设备的助力之下，我国正大踏步地迈向个性化、精准化健康管理时代[12]。2019 年起，“智慧医疗”和“人工智能”成为可穿戴健康设备的热点关键词。随着 5G 正式商用的到来，以智能可穿戴设备大规模使用为基础，结合大数据、人工智能、物联网、互联网+、区块链等前沿技术，对居民的生命体征进行实时、连续和长时间的监测，并提供及时、个性化的干预方案，从而可以实现全人群全周期全方位的健康管理[13]。智慧医疗的建设标志着我国的社会医疗健康服务事业的发展进入了新阶段[14]。到 2020 年，“老年人”、“糖尿病”和“心律失常”成为高频关键词，这表明可穿戴设备在应用对象上，以老年人群为代表的庞大用户受到学者的广泛关注，可能的原因包括：我国的老年人口众多、老年人群常伴随慢性疾病的高发以及因认知能力较弱导致智能设备的使用困难。在应用场景方面，可穿戴设备在健康管理领域的研究前沿主要是高血压、糖尿病等慢性疾病的管理[15]。另外，在健康监测方面，当前的研究不仅仅只关注对生命体征数据的收集，更多的是对心率、血压和血糖等指标异常状态的预警预测[16]，以便及时做出反馈和干预。

根据关键词时间线图谱，可穿戴设备在健康管理领域研究热点的变迁脉络和演进趋势可划分为四个阶段。第一阶段：可穿戴设备最早在 2011 年应用于血压的连续、动态监测。这个阶段由于传感器、移动通信、电池和芯片等技术的限制，数据采集的类型比较单一，也无法做到数据的实时传输与反馈。第二阶段：2013 年进入以三星智能手表的发布为典型事件的“可穿戴设备元年”， 此后的 4 年里可穿戴设备在健康领域呈现出井喷式发展。在这一阶段，由于大数据、互联网、物联网、半导体和传感器等技术的日益成熟，可穿戴设备在健康管理领域的应用潜力逐步显现，受到了广大学者和资本市场的关注。第三阶段：可穿戴设备由于可靠性、安全性和成本效益等问题，在健康管理领域的研究也进入冷静期。第四阶段：2019 年，5G 技术以其低时延、高带宽等特点，逐步解决了信息实时传输的问题[17]，并开始构建健康监测、健康风险评估、健康干预和促进的完整健康管理系统，针对患有糖尿病、脑卒中等慢性疾病的老年人，进行实时监控、及时预警和精准干预逐渐成为可穿戴设备在健康管理领域的研究趋势。另外，从居民健康服务需求出发，解决居民顾虑的隐私安全等伦理问题开始受到关注和重视[18, 19]。

随着 5G、大数据、云计算和人工智能等前沿技术的整合运用，可穿戴设备在疾病的预防、预测以及干预等方面将进一步发挥重要作用。国外学者对于可穿戴设备在健康管理领域的应用同样持乐观态度，研究的关键问题在于如何从大量数据中获取有用的健康相关信息，以便提供基于证据的健康见解和干预措施[20, 21]。例如 Jaime Lloret 等[22]提出的基于 5G 通信技术的智能连续数字健康监测架构，通过可穿戴设备和智能手机采集心率、血氧饱和度、血压、呼吸速率、身体活动、位置以及温度等信息，系统会将异常数据发送给医生加以验证并向患者发送警报，该架构还可以通过基于大数据的人工智能系统进行疾病预测，经过机器学习实验验证，对 6 名心肌病患者的成功预测率达 87%。CHEN 等[23]提出的 5G-智能糖尿病系统，通过智能手机和智能服饰收集温度、心电图、血氧、血糖、饮食信息和运动信息，同时整合用户住院时的健康数据至大数据云中，利用现代机器学习、深度学习和认知计算的智能模型来分析和预测疾病，并提供饮食、运动和服药等方面的干预计划。另外，该系统包含的 5G-智能糖尿病数据共享机制可以将患者的健康数据分享给亲属、朋友、私人健康顾问和医生，可以有效监督糖尿病患者，促进患者的积极性，从而获得持续性地健康管理。

未来，可穿戴设备在“三早”（早筛查、早评估、早干预）健康管理系统[24]的构建中将进一步发挥其应用价值的潜能，并作为基础服务的智能设备，为健康管理的创新发展提供重要支撑。可穿戴设备虽然在近些年发展迅速，但广泛采用还需要进一步的研究，如何提高其特异度和灵敏度、如何建立统一的数据分类和评估体系、如何设计隐

私保护机制、如何规范行业标准等[25,26]，都是在健康管理领域深化应用需要解决的问题。

本研究的不足：只检索了中国知网数据库，没有纳入国内其他数据库的相关文献，这可能导致可视化的结果存在一定的偏差；另外，本研究只对我国可穿戴设备在健康管理领域的研究现状进行了综述，没有深入开展与国外的对比研究，这是今后进一步研究需要改进的方向。

4 作者贡献

杨鑫鑫进行全文的构思与设计，文献检索、收集和整理，结果的分析与解释，撰写论文；郭清、王晓迪进行全文的修订，对研究过程规划和执行的监督和领导；司建平、项锲、龙鑫提供可视化分析的方法和结果的展示。

5 利益冲突

本文无利益冲突。

6 参考文献

[1]江国虹. 我国慢性非传染性疾病预防控制事业的发展与创新[J]. 中国慢性病预防与控制, 2022, 30(6): 406-407.DOI: 10.16386/j.cjpccd.issn.1004-6194.2022.06.001.

[2]刘月姣.《中国居民营养与慢性病状况报告(2020 年)》发布[J]. 中国食物与营养, 2020, 26(12): 2.DOI: 10.19870/j.cnki.11-3716/ts.2020.12.001.

[3]罗晓兰,樊卫国. 健康医疗可穿戴设备与医疗模式创新[J]. 中华健康管理学杂志, 2016, 10(1): 70-75.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-0815.2015.06.016.

LUO X L, Fan W G. Medical wearable devices and the healthcare model innovation[J]. Chinese Journal of Health Management, 2016, 10(1): 70-75.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-0815.2015.06.016.

[4]魏奕星,邓朝华.可穿戴医疗设备在医疗健康领域的应用综述[J].中国数字医学,2019,14(12):22-25.DOI: 10.3969/j.issn.1673-7571.2019.12.008.DOI: 10.3969/j.issn.1673-7571.2019.12.008.

WEI Y X, DENG C H. Overview of Application of Wearable Medical Device in Medical and Health Field[J]. China Digital Medicine, 2019, 14(12): 22-25.DOI: 10.3969/j.issn.1673-7571.2019.12.008.

[5]许潇莹,艾双春.可穿戴设备在康复领域的应用现状及前景展望[J].世界最新医学信息文摘,2018,18(05):27-28.DOI: 10.19613/j.cnki.1671-3141.2018.05.015.

XU X Y, AI S C. Application Situation and Prospect of Wearable Equipment in Rehabilitation Field[J]. World Latest Medicine Information, 2018, 18(5): 27-28.DOI: 10.19613/j.cnki.1671-3141.2018.05.015.

[6]Tan L, Yu K, Bashir A K, et al. Toward real-time and efficient cardiovascular monitoring for COVID-19 patients by 5G-enabled wearable medical devices: a deep learning approach[J]. Neural Computing and Applications, 2021: 1-14.DOI: 10.1007/s00521-021-06219-9.

[7]张持晨,郑晓,薛雅卿,等. 2011—2020 年我国健康管理领域研究现状及发展趋势[J]. 中华健康管理学杂志, 2021, 15(6): 567-573.DOI: 10.3760/cma.j.cn115624-20210717-00396.

ZHANG C C, ZHENG X, XUE Y Q, et al.Research status and evolution of health management in China from 2011 to 2020[J]. Chinese Journal of Health Management, 2021, 15(6): 567-573.DOI: 10.3760/cma.j.cn115624-20210717-00396.

[8]贾竹敏,王曼丽,张敏,等. 便携式可穿戴设备结合运动管理平台在 2 型糖尿病患者中的应用[J]. 中华糖尿病杂志, 2019, (9): 587-588.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2019.09.005.

JIA Z M, WANG M L, ZHANG M, et al. Application of portable wearable devices combined with exercise management platform in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Chinese Journal of Diabetes Mellitus, 2019, (9): 587-588.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2019.09.005.

[9]文栋,雷健波. 可穿戴设备在医疗健康领域的应用与问题综述[J]. 中国数字医学, 2017, 12(8): 26-28, 115.DOI: 10.3969/j.issn.1673-7571.2017.08.009.

WEN D, LEI J B. Application and Issues of Wearable Devices in Healthcare[J]. China Digital Medicine, 2017, 12(8): 26-28, 115.DOI: 10.3969/j.issn.1673-7571.2017.08.009.

[10]林子滋,吴善玉. 移动医疗在我国慢性病管理中的应用研究[J]. 中国全科医学, 2018, 21(4): 457-461.DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2018.04.018.

LIN Z Z, WU S Y. The Application of Mobile Healthcare to Chronic Disease Management in China[J]. Chinese General Practice, 2018, 21(4): 457-461.DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2018.04.018.
[11]秦丽平,吴夷,黄丹,等. 国内外移动医疗的现状分析[J]. 现代仪器与医疗, 2017, 23(1): 19-21.DOI: 10.11876/mimt201701008
[12]孟群,尹新,梁宸. 中国“互联网+健康医疗”现状与发展综述[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2017, 14(2): 110-118.DOI: 10.3969/j.issn. 1672-5166.2017.02.01.
MENG Q, Yin X, LIANG C. The Current Situation and Development of China Internet Plus Healthcare[J]. Chinese Journal of Health Informatics and Management, 2017, 14(2): 110-118.DOI: 10.3969/j.issn. 1672-5166.2017.02.01.
[13]茅兼杰,江会. 可穿戴设备在乳腺癌患者中的应用现状及展望[J]. 中华现代护理杂志, 2020, 26(16): 2237-2240.DOI: 10.3760/cma.j.cn115682-20191130-04362.
MAO J J, JIANG H. Application status and prospect of wearable devicesin breast cancer patients[J]. Chinese Journal of Modern Nursing, 2020, 26(16): 2237-2240.DOI: 10.3760/cma.j.cn115682-20191130-04362.
[14]糜泽花,钱爱兵. 智慧医疗发展现状及趋势研究文献综述[J]. 中国全科医学, 2019, 22(3): 366-370.DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2018.00.194.
MI Z H, QIAN A B. Research Status and Trend of Smart Healthcare:a Literature Review[J]. Chinese General Practice, 2019, 22(3): 366-370.DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2018.00.194.
[15]李星明,王海宁,乜英辉,等. 可穿戴健康监测设备在社区高血压患者管理中的应用效果评价[J]. 中华健康管理学杂志, 2018, 12(4): 332-338.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-0815.2018.04.009.
LI X M, WANG H N, NIE Y H, et al. Evaluation of wearable health monitoring equipment for community-based management of hypertension[J]. Chinese Journal of Health Management, 2018, 12(4): 332-338.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-0815.2018.04.009.
[16]余新艳,赵晓晔,杨建云,等. 可穿戴单导联远程心电监测设备结合散点图在院外应用的分析[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(11): 1096-1100.DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2021.11.007.
YU X Y, ZHAO X Y, YANG J Y, et al. Analysis of the Out-of-hospital Application of Wearable Single Lead Remote Electrocardiogram Monitoring Equipment Combined With Scatter Plot[J]. Chinese Circulation Journal, 2021, 36(11): 1096-1100.DOI: 10.3969/j.issn. 1000-3614.2021.11.007.
[17]AHAD A, TAHIR M, YAU KLA. 5G-Based Smart Healthcare Network_ Architecture, Taxonomy, Challenges and Future Research Directions[Z], 2019: 100747-100762. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2930628.
[18]李菲,张研. “互联网+医疗”影响居民健康服务利用的作用路径探析[J]. 医学与社会, 2021, 34(3): 23-28, 44.DOI: 10.13723/j.yxysh.2021.03.005.
LI F, ZHANG Y. Analysis of the Influence Mechanism of "Internet + Healthcare" Treatment on Residents' Health Service Needs[J]. Medicine and Society, 2021, 34(3): 23-28, 44.DOI: 10.13723/j.yxysh.2021.03.005.
[19]渠淑洁,高翔. 健康医疗可穿戴设备涉及的伦理问题论析[J]. 中国医学伦理学, 2021, 34(7): 851-855.DOI: 10.12026/j.issn.1001-8565.2021.07.13.
QU S J, GAO X. Analysis of Ethical Issues Involved in Wearable Equipment for Health Care[J]. Chinese Medical Ethics, 2021, 34(7): 851-855.DOI: 10.12026/j.issn.1001-8565.2021.07.13.
[20]Dananjayan S, Raj G M. 5G in healthcare: how fast will be the transformation?[J]. Irish Journal of Medical Science (1971-), 2021, 190(2): 497-501.DOI: 10.1007/s11845-020-02329-w.
[21]Dunn J, Runge R, Snyder M. Wearables and the medical revolution[J]. Personalized medicine, 2018, 15(5): 429-448.DOI: 10.2217/pme-2018-0044.
[22] Lloret J,Parra L,Taha M,et al. An Architecture and Protocol for Smart Continuous eHealth Monitoring using 5G[J].Computer Networks,2017, 129P2(DEC.24):340-351.DOI: 10.1016/j.comnet.2017.05.018.
[23]Chen M , Yang J , Zhou J , et al. 5G-Smart Diabetes: Toward Personalized Diabetes Diagnosis with Healthcare Big Data Clouds[J]. IEEE Communications Magazine, 2018, 56(4):16-23.DOI: 10.1109/MCOM.2018.1700788.

[24]郭清. 5G+“三早”健康管理系统的构建及应用前景探析[J]. 健康研究, 2021, 41(4): 361-364, 386.DOI: 10.19890/j.cnki.issn1674-6449.2021.04.001.
GUO Q. Analysis on the construction and application prospects of 5G + “Three Early” Health Management system[J]. Health Research, 2021, 41(4): 361-364, 386.DOI: 10.19890/j.cnki.issn1674-6449.2021.04.001.
[25]LONCAR-TURUKALO T, ZDRAVEVSKI E, DA SILVA J M, et al. Literature on wearable technology for connected health: scoping review of research trends, advances, and barriers[J]. Journal of medical Internet research, 2019, 21(9): e14017.[J], 2019, 21(9). DOI: 10.2196/14017.
[26]LU L, ZHANG J, XIE Y, et al. Wearable health devices in health care: narrative systematic review[J]. JMIR mHealth and uHealth, 2020, 8(11): e18907. DOI: 10.2196/18907.